

Міністерство освіти та науки України  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут і Ігоря Сікорського»  
Механіко-машинобудівний інститут  
кафедра Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Методичні вказівки з розрахунково графічної роботи з курсу

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ І ДІАГНОСТИКА  
СИСТЕМ ГІДРОПНЕВМОПРИВОДІВ**

підготовки \_\_\_\_\_ **магістр/спеціаліст**  
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму \_\_\_\_\_ **6.050502 – Інженерна механіка**  
(шифр і назва)

спеціальність **131 Прикладна механіка**  
(шифр і назва)

спеціалізації \_\_\_\_\_  
(назва)

форми навчання \_\_\_\_\_ **денна**  
(денна/заочна)

Технологія виготовлення і діагностика систем гідропневмоприводів [Електронний ресурс]:  
Методичні вказівки до виконання розрахунково графічних робіт «Технологія виготовлення  
і діагностика систем гідропневмоприводів» (Частина 2) для студентів напряму підготовки  
6.050502 – Інженерна механіка / Укладач І.В. Ночніченко, К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,  
2017. – 21 с.

Рекомендовано вченою радою ММІ НТУУ «КПІ»  
(Протокол № 6 від 27 січня 2017 р.)

## ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

### ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ І ДІАГНОСТИКА СИСТЕМ ГІДРОПНЕВМОПРИВОДІВ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РГР РОБІТ

#### **Технологія виготовлення і діагностика систем гідропневмоприводів**

Для студентів напряму підготовки  
6.050502 – Інженерна механіка

Укладач: Ночніченко Ігор Вікторович, к.т.н., ст. викл.

Відповідальний редактор: О.Ф. Луговський, д.т.н., проф.

Рецензент: О.В. Узунов, д.т.н., проф.

## Зміст

Вступ.....	4
1. Технологічний контроль кресленика .....	5
2. Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі .....	5
3. Визначення типу виробництва.....	6
4. Аналіз технологічності деталі з урахуванням типу виробництва.....	7
5. Вибір способу виготовлення заготовки .....	8
6. Проектування маршрутного технологічного процесу .....	8
6.1. Вибір типового технологічного процесу .....	8
6.2. Розробка маршрутного технологічного процесу .....	10
7. Проектування операційного технологічного процесу .....	13
7.1. Розрахунок припусків на механічну обробку .....	14
7.2. Розрахунок режиму різання .....	15
Висновки .....	17
Література .....	18
Додаток 1 Титульний лист.....	19
Додаток 2 Маршрутна карта корпуса шестеренного насосу .....	20
Додаток 3 Креслення корпуса шестеренного насосу .....	21

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.								Лит.	Лист	Листів	
Перев.											
Реценз.								3			
Н. Контр.											
Затвер.											

## Вступ

На сьогоднішній день велика увага приділяється інтенсифікації та підвищенню ефективності виробництва на базі упровадження досягнень науково-технічного прогресу. Провідна роль у вирішенні даної проблеми відводиться машинобудуванню. Перед цією галуззю поставлені завдання підвищення якості продукції та продуктивності праці, зниження питомої металоємкості машин та обладнання. Саме тому технологічний процес виготовлення деталі має бути таким, щоб з найменшими витратами ресурсів забезпечити встановлений конструктором рівень якості.

У процесі розробки технологічного процесу виготовлення деталі можуть виникати задачі, які потребують розв'язання. Мета даної розрахунково-графічної роботи – отримання практичних навичок вирішення таких задач.

У пояснювальній записці описані порядок і всі етапи розробки маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус шестерного насоса»: технологічний контроль креслення, аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі, визначення типу виробництва, аналіз технологічності з урахування типу виробництва, вибір способу виготовлення заготовки, вибір типового технологічного процесу, розробка маршрутного технологічного процесу, розрахунок припусків на механічну обробку та розрахунок режиму різання. В додатках наведені кресленик деталі та маршрутна карта.

## 1. Технологічний контроль якості кресленика

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі вихідним документом є її кресленик. Технолог повинен проконтролювати його у відповідності до ГОСТ 14.206-73. У кресленик входять відомості, необхідні для якісного виготовлення деталі, які дають повне уявлення про її конструкцію, а також усі проекції, розрізи, перерізи, які пояснюють конфігурацію деталі.

Проаналізувавши кресленик можна сказати, що на ньому вказано всі розміри, необхідні для виготовлення деталі та всі вони відповідають ГОСТ 6636-69. Допуски та відхилення розмірів наведено відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82. Невказана шорсткість та шорсткість усіх поверхонь деталі позначено відповідно до ГОСТ 2789-73. Вимоги до точності виготовлення поверхонь корпусу відповідають вимогам, що пред'являються до шорсткості цих поверхонь. Невказані допуски форми та розташування поверхонь наведено відповідно до ГОСТ 30893.2-2002.

## 2. Аналіз службового призначення деталі

Дана деталь є складовою шестерного насоса ВГ11-11А, який використовується в гідросистемах для перетворення механічної енергії приводу (вхідної ланки) в енергію потоку рідини. Вона має досить просту зовнішню форму. Її креслення наведено в додатку 2. Деталь має 6 кріпильних отворів М5 для закріплення кришки з однієї сторони та 3 кріпильні отвори М5 – з іншої. Також вона має 2 отвори Ø38Н9 під зубчасті колеса, 2 отвори Ø16Н12, 2 точних отвори Ø12Н7 (під запресування пальця для встановлення зубчастого колеса та встановлення валу), а з іншої сторони ступінчастий отвір Ø32Н7 під встановлення підшипника. Габаритні розміри деталі – 100х65х30 мм. Невказані граничні відхилення розмірів: валів h14, отворів Н14, інших  $\pm IT/2$ . Деталь зображено на рис. 2.1.

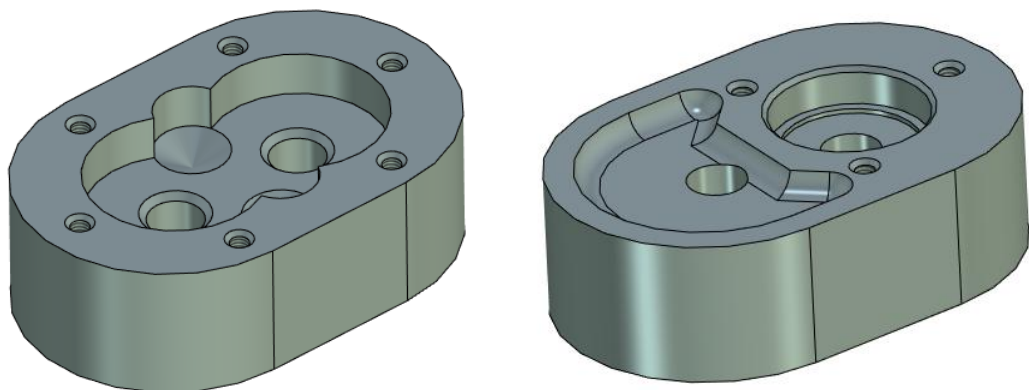


Рисунок 2.1 – Корпус шестерного насоса

Деталь виготовляється з чавуну СЧ25 ГОСТ 1412-85, характеристики, якого приведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика СЧ25 ГОСТ 1412-85

Тимчасовий опір при розтягуванні $\sigma_B$ , МПа	Твер- дість НВ, кгс/мм <sup>2</sup>	Густина $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Масова частка елементів, %				
			C	Si	Mn	S	P
250	143-255	7200	3,2-3,4	1,4-2,2	0,7-1,0	до 0,15	до 0,2

### 3. Визначення типу виробництва

*Тип виробництва* – це класифікаційна категорія виробництва, яка визначає ознаки широти номенклатури, регулярності, стабільності та об'єму випуску готової продукції.

В зв'язку з тим, що в завданні не вказана річна програма випуску, будемо орієнтуватись на 100000 штук. Відповідно до річної програми, а також в результаті аналізу конфігурації деталі та її габаритів можна припустити, що орієнтовно це крупносерійне виробництво.

Для крупносерійного виробництва економічно вигідно застосовувати потокові лінії з агрегатних, спеціальних і спеціалізованих верстатів, а також переналагоджувати лінії з верстатів загального призначення. Застосування переналагодження підвищує точність обробки, скорочує час обробки, що в свою чергу дає можливість робітнику з невисокою кваліфікацією виконувати операції. В умовах крупносерійного виробництва використовують автоматичні (напівавтоматичні) лінії, які включають всі операції технологічного процесу.

### 4. Аналіз технологічності деталі з урахуванням типу виробництва

Мета аналізу технологічності деталі – виявити можливість зменшення металомісткості деталі, трудомісткості її механічної обробки та використання високопродуктивних методів обробки. При аналізі технологічності деталі використовують ГОСТ 14.201-83 та ГОСТ 14.205-83.

Застосовують якісний та кількісний методи оцінки технологічності. Останній передбачає розрахунок таких показників технологічності деталі, як коефіцієнт точності обробки, коефіцієнт шорсткості та інше. Проте в зв'язку з тим, що повна формалізація конструкції деталі утруднена, кількісний і якісний методи застосовують паралельно.

Аналіз деталі «Корпус шестерного насоса» дозволяє зробити наступні висновки:

- конструкція деталі забезпечує вільний доступ вимірювального та різального інструменту до поверхонь, що оброблюються;
- точний отвір Ø32H7 має просту форму;
- деталь не має глухих точних отворів;
- всі оброблювані поверхні чи отвори паралельні або розташовані під прямим кутом один до одного;
- всі поверхні та отвори можна обробити стандартним інструментом.

Отже, конструкція даної деталі технологічна, тому залишаємо її без змін.

## 5. Вибір способу виготовлення заготовки

Розробку технологічного процесу виготовлення деталі починають з вибору заготовки. Вибрати заготовку – означає визначити спосіб її отримання, розрахувати або підібрати за таблицями припуски на механічну обробку усіх поверхонь і вказати допуски на виготовлення заготовки. З економічної точки зору та враховуючи крупносерійний тип виробництва, матеріал деталі та її конфігурацію в якості заготовки приймаємо лиття у піщано-глинисті форми з машинним формуванням за металевими моделями. Для зменшення собівартості та спрощення процесу виготовлення литої заготовки приймаємо лиття в одну опоку та не виливаємо отвори. Таким чином, конструкція заготовки максимально проста без застосування додаткової оснастки. Ескіз заготовки наведено на рис. 5.1, а 3D модель – на рис. 5.2.

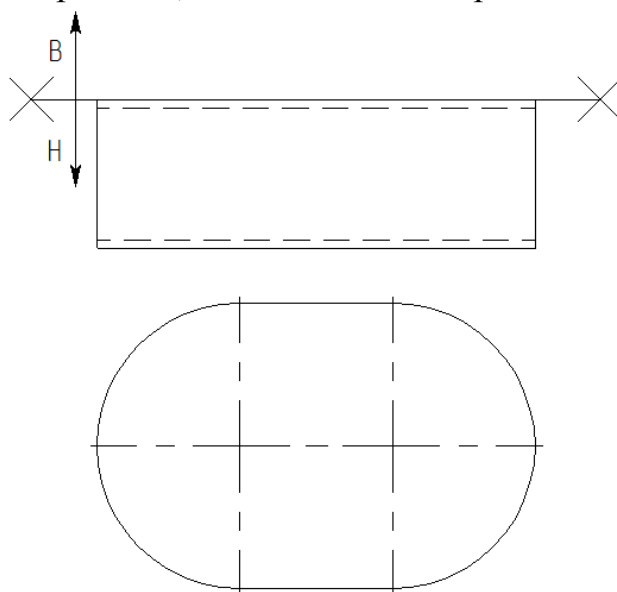


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

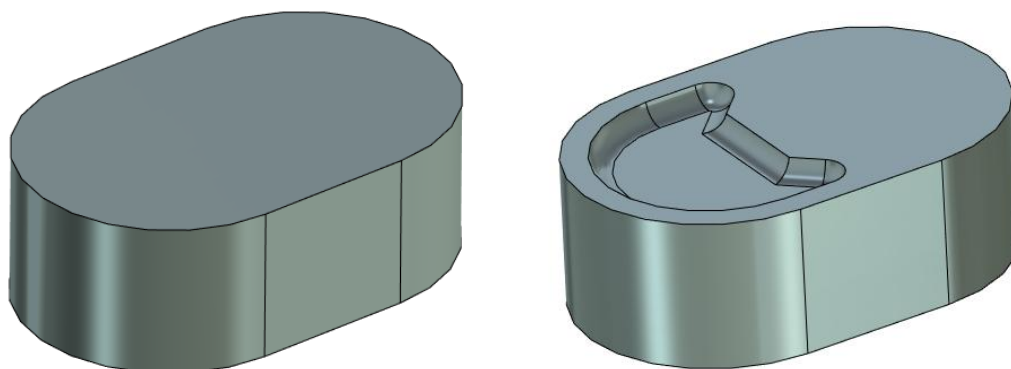


Рисунок 5.2 – 3D модель заготовки

Користуючись ГОСТ 26645-85 визначимо розміри заготовки, призначивши припуски та допуски на основні оброблювані поверхні. Оскільки деталь не обробляється по контуру, а всі інші оброблювані поверхні є отворами, які попередньо не виливаються через високу точність та замалий розмір, визначимо припуск на оброблення площин. Всі дані занесемо до табл. 5.1. Також користуючись даним стандартом визначимо ливарні уклони та радіуси:  $3^\circ$  та 5 мм відповідно. Два інших габаритних розміри заготовки відповідають кресленку деталі та складають  $L=100^{+1,1}_{-1,1}$  мм,  $B=65^{+1,1}_{-1,1}$  мм.

*Таблиця 5.1 – Визначення припуску на сторону, допуску для оброблення площин*

1.	Розмір поверхні деталі оброблюваної різанням, мм	H=30
2.	Шорсткість обробленої поверхні, Ra, мкм	Ra5
3.	Основний припуск на сторону, мм	2,0
4.	Технологічний напуск на сторону, що враховує ливарні уклони 3°, мм	—
5.	Розрахунковий розмір виливка, мм	H=34
6.	Прийнятий розмір виливка, м	H=34
7.	Фактичний припуск на сторону, мм	2,0
8.	Допуск і допустимі відхилення розмірів виливка, мм	1,8 ( <sup>+0,9</sup> <sub>-0,9</sub> )
9.	Підсумковий розмір виливка, мм	H=34 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,9</sub>

## 6. Проектування маршрутного технологічного процесу

### 6.1. Вибір типового технологічного процесу

Типовий технологічний процес корпусу передбачає:

- оброблення площини та прилеглих основних отворів, а також всіх інших оброблюваних поверхонь з однієї установки для забезпечення правильного взаємного просторового розташування;
- застосування оброблених поверхонь для подальшого базування, оброблення площини та всіх інших прилеглих оброблюваних поверхонь.

На рис. 6.1 зображено послідовність оброблення поверхонь деталі «Корпус шестерного насоса» (позначено лише одну з декількох однакових поверхонь), а в табл. 6.1 наведено варіанти їх оброблення. З усіх можливих варіантів оброблення поверхонь, ми обираємо той, який є найбільш раціональним і ефективним. Проте, при розробці технологічних процесів необхідно враховувати, що похибки відхилення форми та, особливо, взаємного розташування оброблених поверхонь в основному визначаються точністю обладнання та пристроїв.



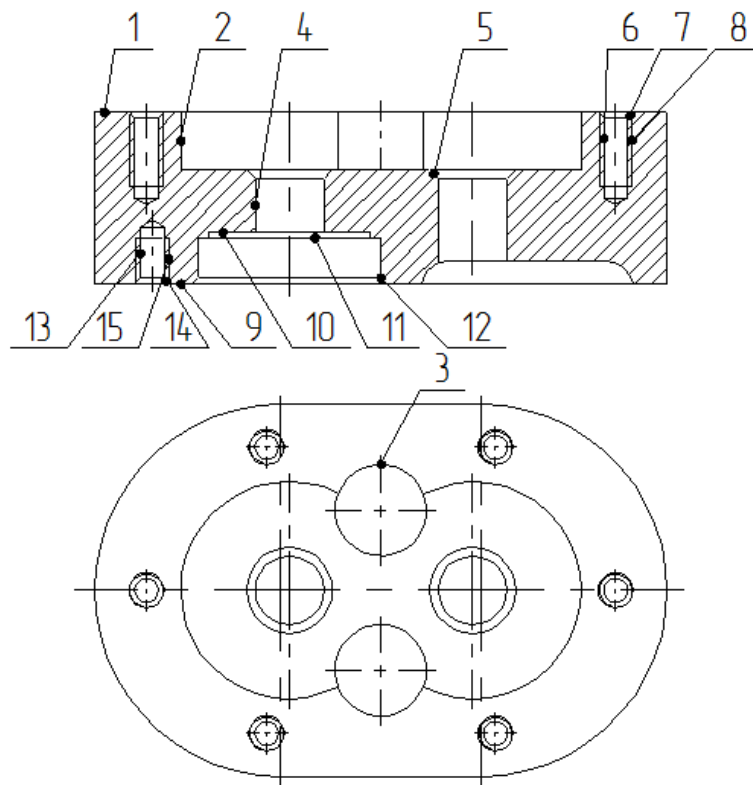


Рисунок 6.1 – Послідовність оброблення поверхонь деталі «Корпус шестерного насоса»

Таблиця 6.1 – Типові технологічні послідовності оброблення, прийняті для оброблення робочих поверхонь деталі «Корпус шестерного насоса»

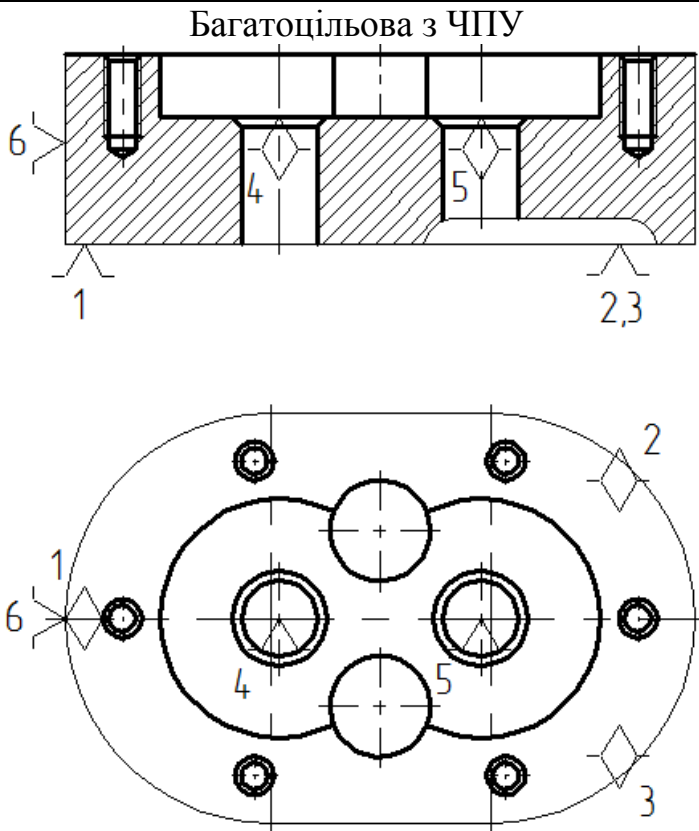
№	Назва поверхні, габаритні розміри, поля допусків, шорсткість	Варіанти маршруту оброблення поверхні		
		I	II	III
1,9	Зовнішня плоска (2 площини), H=30 мм, Ra=5 мкм	<b>фрезерування попереднє, фрезерування остаточне</b>	фрезерування, шліфування	шліфування
2	Внутрішня циліндрична (2 отвори), Ø38H9 мм, L=10 мм, Ra=2,5 мкм	<b>фрезерування попереднє, фрезерування остаточне</b>	—	—
3	Внутрішня циліндрична (2 отвори), Ø16H12 мм, L=10 мм, Ra=10 мкм	<b>центрування, свердління</b>	—	—
4	Внутрішня циліндрична (2 отвори), Ø12H7 мм, L=20 мм, Ra=1,6 мкм	<b>центрування, свердління, зенкерування, розвертання попереднє, розвертання остаточне</b>	центрування, свердління, розточування попереднє, розточування чистове	—

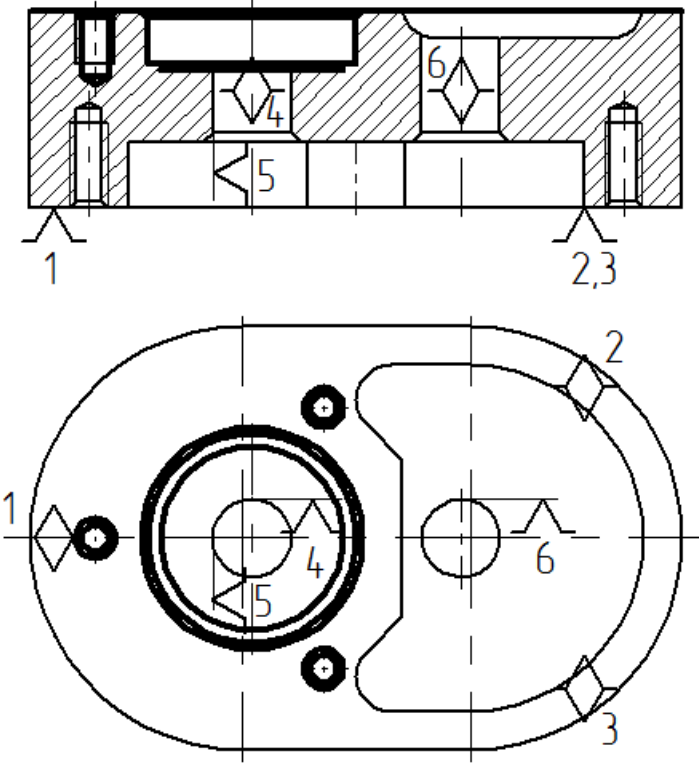
5	Внутрішня конічна (2 фаски), 1,5x45° мм, Ra=8,0 мкм	<b>зенкерування</b>	обточування	фрезерування
6	Внутрішня циліндрична (6 отворів), Ø4,2 мм, L=15 мм Ra=10 мкм	<b>центрування, свердління</b>	—	—
7, 12, 14	Внутрішня конічна (10 фасок), 1x45° мм, Ra=8,0 мкм	<b>зенкерування</b>	обточування	фрезерування
8	Внутрішня нарізь (6 місць), М5-6Н, L=13 мм, Ra=3,2 мкм	<b>нарізання нарізі мітчиком</b>	—	—
10	Внутрішня циліндрична (отвір), Ø28H12 мм, L=9 мм, Ra=10 мкм	<b>фрезерування</b>	—	—
11	Внутрішня циліндрична (отвір), Ø32H7 мм, L=8 мм, Ra=1,6 мкм	<b>фрезерування, розточування попереднє, розточування остаточне</b>	—	—
13	Внутрішня циліндрична (3 отвори), Ø4,2мм, L=10 мм, Ra=10 мкм	<b>центрування, свердління</b>	—	—
15	Внутрішня нарізь (3 місця), М5-6Н, L=8 мм, Ra=3,2 мкм	<b>нарізання нарізі мітчиком</b>	—	—

## 6.2 Розробка маршрутного технологічного процесу

При розробці маршрутної технологічного процесу для реалізації кожної технологічної операції встановлюють групу та модель верстата, необхідні пристрої та інструменти. Один з можливих варіантів наведено в табл. 6.2.

*Таблиця 6.2 – Маршрутний технологічний процес*

№ операції	Назва операції, теоретична схема базування та зміст операції	Обладнання, пристрій	Інструменти
005	<p>Багатоцільова з ЧПУ</p>  <p>005.01 фрезерувати площину 1 попередньо  005.02 фрезерувати площину 1 остаточно  005.03 фрезерувати 2 отвори 2 попередньо  005.04 фрезерувати 2 отвори 2 остаточно  005.05 центрувати 2 отвори 3  005.06 свердли 2 отвори 3  005.07 центрувати 2 отвори 4  005.08 свердли 2 отвори 4  005.09 зенкерувати фаски 5 в 2 отворах 4  005.10 зенкерувати 2 отвори 4  005.11 розвернути 2 отвори 4 попередньо  005.12 розвернути 2 отвори 4 остаточно  005.13 центрувати 6 отворів 6  005.14 свердли 6 отворів 6  005.15 зенкерувати фаски 7 в 6 отворах 6  005.16 нарізати нарізь 8 в 6 отворах 6</p>	<p>обробляючий центр HAAS VF-2, самоцентрівні лещата Gerardi 650 t.3x160</p>	<p>торцева фреза Ø100, кінцева фреза Ø20, 3 свердла, 2 конічних зенкера, зенкер, 2 розвертки, мітчик M5</p>

010	<p style="text-align: center;">Багатоцільова з ЧПУ</p>  <p>010.01 фрезерувати площину 9 попередньо  010.02 фрезерувати площину 9 остаточно  010.03 фрезерувати отвір 10  010.04 фрезерувати отвір 11  010.05 розточити отвір 11 попередньо  010.06 розточити отвір 11 остаточно  010.07 фрезерувати фаску 12  010.08 центрувати 3 отвори 13  010.09 свердлити 3 отвори 13  010.10 зенкерувати фаски 14 в 3 отворах 13  010.11 нарізати нарізь 15 в 3 отворах 13</p>	<p>обробляючий  центр HAAS  VF-2, цилін-  дричний  палець,  ромбічний  палець</p>	<p>торцева  фреза Ø100,  кінцева  фреза Ø20,  свердло  Ø4,2,  конічний  зенкер Ø8,  мітчик M5</p>
015	Мийочна	Мийочна машина	—
020	Контрольна	Контрольний стіл	штанген- циркуль, калібр- пробка, нарізева калібр- пробка

## 7. Проектування операційного технологічного процесу

### 7.1 Розрахунок припуску на механічну обробку

Попередньо було визначено габаритні розміри заготовки відповідно до ГОСТ 26645-85. З огляду на те, що в довідниковій літературі дано лише операційні припуски, визначимо міжопераційні припуски на всі інші поверхні за допомогою рекомендацій інструментальної фірми [2] та занесемо в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Міжопераційні припуски на оброблення поверхонь деталі «Корпус шестерного насоса»

№	Розміри поверхонь	Технологічна послідовність оброблення	Характеристики якості поверхні після оброблення		Міжопераційні припуски z, мм
			Точність розмірів IT	Параметр шорсткості Ra, мкм	
1	2	3	4	5	6
1, 9	30	фрезерування попереднє	12	10	1,5
		фрезерування остаточне	10	5	0,5
2	Ø38H9	фрезерування попереднє,	11	5,0	(фрезерується по спіралі)
		фрезерування остаточне	9	2,5	
3	Ø16H12	центрування свердління	— 12	— 10	— 6,0
4	Ø12H7	центрування,	—	—	—
		свердління,	12	10	4,5
		зенкерування,	10	5	1,0
		розвертання	8	2,5	0,3
8, 15	M5-6H	попереднє,	—	—	—
		розвертання	7	1,6	0,2
		остаточне	—	—	—
		остаточне	12	12,5	2,0
10	Ø28H12	свердління	—	—	2,1
		зенкування	—	—	—
		нарізання різьби	6H	2,5	0,4
10	Ø28H12	фрезерування	12	10	(фрезерується по спіралі)
11	Ø32H7	фрезерування остаточне,	9	5,0	(фрезерується по спіралі)
		розточування	8	2,5	
		попереднє,	—	—	0,2
		розточування остаточне	7	1,6	0,1

## 7.2 Розрахунок режиму різання

Розрахуємо режим різання для технологічного переходу попереднього фрезерування площини 100x65 в розмір 32,5. Вихідні дані наведено в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 - Вихідні дані для розрахунку режимів різання для фрезерування

Розміри поверхні, точність оброблення, параметр шорсткості та розмір, що необхідно забезпечити			Матеріал заготовки
LxB, мм	Ra, мкм	h, мм	
100x65	10	32,5	СЧ25 ГОСТ 1412-86

### Визначення інструменту

Для подальших розрахунків обираємо конкретний інструмент – торцева фреза Ø100 мм Sandvik Coromant CoroMill 345 (345-100Q32-13H) [2], зовнішній вигляд, характеристики та рекомендовані режими різання якої наведено на (рис. 7.1).

Главный угол в плане (KAPR) 45 deg	Диаметр резания (DC) 100 mm
Мак диаметр резания (DCX) 114.08 mm	Число режущих элементов (ICTP1) 10
Часть 2 ID интерфейса режущего элемента (ICUT/MASTERP1) CoroMill 345 -size 13T5 (345R-13T5)	Мак глубина резания (APM/EFW) 7.5 mm
Мак глубина резания (APM/EFW) 6 mm	Число эффективных периферийных реж. кромок (CEFP) 10
Интерфейс со стороны станка (ADMT/MS) Arbor -ISO 6462 -A (hexagon socket head cap screw) -metric; 32	Исполнение (HAND) R
Тип подвода СОЖ к инструменту (CNSQ) 1: axial concentric entry	Давление СОЖ (CPI) 10 bar
Диаметр соединения (DCON) 32 mm	Стандартное числовое обозначение (STDNO) ISO 6462:2011
Стандартное буквенное обозначение (STDLET) A	Функциональная длина (LF) 50 mm
Крутящий момент (TORP1) 3 Nm	Материал корпуса (BMC) Steel
Мак частота вращения (RPMQ) 12200 r/min	Масса элемента (WT) 1.79 kg
Статус жизненного цикла (LCS) Поступил в продажу	CoroPak (RELEASEPICK) 09.1

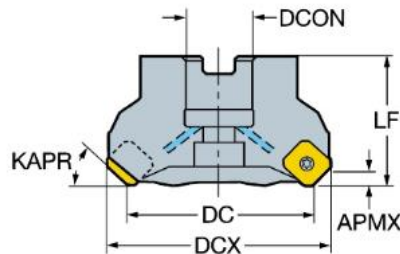


Рисунок 7.1 – Торцева фреза Sandvik Coromant CoroMill 345 (345-100Q32-13H)

### Визначення глибини різання при фрезеруванні

З урахуванням розмірів заготовки, розрахованих припусків та рекомендацій інструментальної фірми приймаємо  $h=1,5$  мм.

### Розрахунок допустимих сил різання

Розрахунок сили різання, що допускається міцністю заготовки, жорсткістю заготовки та міцністю державки різця, не будемо проводити, так

як вважаємо, що заготовка міцна та жорстка, а державка міцна.

Сила різання, що допускається механізмом подач верстата:

$$[P_z]_{mn} = 2[P_n] = 2 \cdot 12233 = 24466 \text{ (H)},$$

де  $[P_n]$  – сила, що допускається механізмом поздовжньої подачі.

Сила різання, що допускається міцністю пластини твердого сплаву:

$$[P_z]_{nl} = 340 \cdot h^{0,77} C^{1,35} \cdot \left( \frac{\sin 60}{\sin \varphi} \right)^{0,8} = 340 \cdot 1,5^{0,77} \cdot 9^{1,35} \cdot \left( \frac{\sin 60}{\sin 90} \right)^{0,8} \\ = 8041 \text{ (H)},$$

де  $s$  – товщина пластини, мм;  $\varphi$  – головний кут в плані, град.

Для визначення приймають найменшу з допустимих сил:

$$[P_z] = \min\{[P_z]_{mn}; [P_z]_{nl}\} = 8041 \text{ (H)}.$$

### Визначення подачі

Величина подачі  $S_z$  розраховується за формулою [1]:

$$S_z^y = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot h^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_M}$$

де  $P_z$  – мінімальна розрахункова сила різання, Н;  $D$  – діаметр фрези, мм;  $n$  – частота обертання фрези, об/хв;  $h$  – глибина різання, мм;  $B$  – ширина фрезерування, мм;  $z$  – кількість зубів фрези, шт;  $K_M$  – коефіцієнт, що враховує відмінність дійсного матеріалу заготовки від обраного для розрахунків;  $C_p, x, y, u, q, w$  – коефіцієнти пропорційності і показники степенів, взяті для торцевого фрезерування, матеріал інструменту ВК6, які беремо в табл. 41 [1]. Попередньо приймаємо швидкість різання за рекомендаціями інструментальної фірми  $V=249$  м/хв. Отже:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 249}{\pi \cdot 100} = 793 \text{ (об/хв)}.$$

Поправочний коефіцієнт розраховуємо за формулою (табл. 9 [1]):

$$K_M = \left( \frac{HB}{190} \right)^n = \left( \frac{210}{190} \right)^{1,0} = 1,105,$$

де  $n$  – показник степеню (табл. 9 [1]):

Остаточнo:

$$S_z = \left( \frac{8041 \cdot 100^{1,0} \cdot 793^0}{10 \cdot 54,5 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 65^{1,0} \cdot 10 \cdot 1,105} \right)^{\frac{1}{0,74}} = 1,62 \text{ (мм/зуб)}.$$

Розрахована подача є занадто великою, тому скористаємося рекомендаціями інструментальної фірми та приймаємо  $S_z=0,326$  мм/зуб.

$$S = S_z \cdot z = 0,326 \cdot 10 = 3,26 \text{ (мм/об)}.$$

### Розрахунок швидкості різання

Визначення швидкості різання, яка допускається стійкістю фрези [1]:

$$[v]_i = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot h^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p},$$

де  $T$  – нормативний період стійкості фрези, хв;  $C_v$  – коефіцієнт пропорциональності;  $x, y, q, u, p, m$  – показники степенів, які визначаються за таблицею 39 [1];  $K_v$  – загальний поправочний коефіцієнт, який враховує фактичні умови різання визначається за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{cv} \cdot K_{pv} = 0,882 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,706.$$

де  $K_{mv}$  – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу;  $K_{pv}$  – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки;  $K_{iv}$  – коефіцієнт, який враховує матеріал різальної частини інструмента.

Приймаємо  $T=120$  хв.

Остаточно:

$$[v]_i = \frac{445 \cdot 100^{0,2} \cdot 0,706}{120^{0,32} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,326^{0,35} \cdot 65^{0,2} \cdot 10^0} = 103,09 (\text{м} / \text{хв}).$$

### Визначення розрахункової частоти обертання шпинделя верстата

За оптимальною швидкістю різання, що відповідає прийнятим розмірам зрізаного шару, з врахуванням всіх викладених вище обмежень, визначимо оптимальну частоту обертання шпинделя верстата за наступною залежністю:

$$[n] = \frac{1000 \cdot [V]}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 103,09}{3,14 \cdot 100} = 328,15 (\text{об} / \text{хв}).$$

### Визначення основного часу фрезерування

Для визначення продуктивності процесу фрезерування, визначаємо основний час оброблення:

$$T_o = \frac{l_{xi}}{n \cdot S}$$

де  $l_{xi}$  – довжина ходу інструменту, яку можна розрахувати за формулою:  $l_{xi}=l_1+l_2$ . В цій формулі:  $l_1$  – довжина відрізка врізання;  $l$  – довжина фрезерування;  $l_2$  – величина перебігу інструменту.

$$l=L+D=100+100=200 (\text{мм}),$$

де  $L$  – довжина оброблюваної поверхні, мм.

Приймаємо  $l_1+l_2=10$  мм. Остаточно:

$$T_o = \frac{200+10}{3,26 \cdot 328,15} = 0,196 (\text{хв}).$$

**Висновок:** режим різання для попереднього фрезерування площини 100х65 в розмір 32,5 мм з сірого чавуна СЧ 25 ГОСТ 1412-85 фрезою з твердого сплаву ВК6:  $h=1,5$  мм;  $S=3,26$  мм/об;  $n=328,15$  об/хв;  $V=103,09$  м/хв,  $T_o=0,196$  хв. Для підвищення продуктивності доцільно прийняти рекомендації інструментальної фірми [2]. Отже, остаточно:  $S=3,26$  мм/об,  $n=793$  об/хв;  $V=249$  м/хв,  $T_o=0,081$  хв.



## **Висновок**

В ході виконання розрахунково графічної роботи було спроектовано маршрутний технологічний процес оброблення деталі «Корпус шестерного насоса» додатку 1 , маршрутна карта наведена в додатку 2.

### Рекомендована література

1. Я.А. Бекиров. Технология производства следящего гидропривода М. Машиностроение 1977г.
2. М.Г. Кабаков, С.П. Стесин. Технология производства гидроприводов М. Машиностроение 1977г.
3. Л.Н. Воробьев, Технология машиностроение и ремонт машин М. Машиностроение 1981г.
4. Кабаков М.Г., Стесин С.П. Технология производства гидроприводов. - Москва : Машиностроение, 1974. - 192 с.
5. А.Б.Романов, В.Н.Федоров, А.И.Кузнецов.Таблицы и альбом по допускам и посадкам. Издательство Политехника Санкт-Петербург 2005.
6. Г.П. Сальников. Технология машиностроения и конструкционные материалы. К..
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. –496 с.
8. Sandvik Coromant [Электронный ресурс]: каталог содержит продукцию для металлообрабатывающей промышленности – Электрон. дан. – Стокгольм, 2016. – Режим доступа:<http://toolguide.sandvik.coromant.com/TouchTime/coromant>, свободный. – Загл. с экрана.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ  
СІКОРСЬКОГО»

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Розрахунково-графічна робота  
з курсу «Технологія виготовлення і діагностика систем  
гідропневмоприводів»  
на тему: «Корпус шестерного насоса»

Керівник:

к.т.н., ст. вик. Ночніченко І.В.

«Допущений до захисту»

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 р.

Захищено з оцінкою

\_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Виконавець:

гр. МА

Залікова книжка №

\_\_\_\_\_  
(особистий підпис)

Київ – 20\_\_

Додаток 2

МАРШРУТНА КАРТА КОРПУСА ШЕСТИЕРЕННОГО НАСОСУ

ГОСТ 3.1118-82    Форма 1																	
Дубл.																	
Взам.																	
Підп.																	
											1		1				
Розр.	Дашутін А.Г.					НТУУ “КПІ”, ММІ, МА-61м											
Перев.	Ночніченко І.В.																
Узгод.																	
Затв.						Корпус шестерного насоса											
Н.контр.																	
M01	СЧ 25 ГОСТ 1412-85																
M02	Код	ОВ	МД	ОН	Н. розх.	КВМ	Код заготовки		Профіль та розміри							КД	МЗ
	—	кг	0,98	1		0,685	41112Х		100х65х34		1	1,43					
А	Цех	Діль.	Р.м.	Опер.	Код, найменування операції			Позначення документу									
Б	Код, найменування обладнання						См	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	Кшт	Тп.з	Тшт
A03	01	01	01	005	Багатоцільова з ЧПУ			20140.02343; ИОТ № 31-82									
Б04	Вертикальний обр. центр HAAS VF-2						2	15292	422	1Р	1	1	1	4000	0,65	40	3,62
A05	01	01	01	010	Багатоцільова з ЧПУ			20140.02343; ИОТ № 31-82									
Б06	Вертикальний обр. центр HAAS VF-2						2	15292	422	1Р	1	1	1	4000	0,65	45	2,67
A07	01	06	02	015	Мийочна			20140.02343; ИОТ № 31-82									
Б08	Мийочна машина						4		210	1Р	1	1	1	4000	0,65	23	0,86
A09	01	03	01	020	Контрольна			20140.02343; ИОТ № 31-82									
Б10	Контрольний стіл						4		210	1Р	1	1	1	4000	0,65	11	1,07
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
МК		Оброблення різанням															

Додаток 3  
КРЕСЛЕННЯ КОРПУСА ШЕСТИЕРЕННОГО НАСОСУ

